

⑩ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 692 363

⑫ N° d'enregistrement national :

92 07254

⑬ Int Cl<sup>8</sup> : G 01 S 11/16

⑭

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 16.06.92.

⑯ Priorité :

⑰ Demandeur(s) : Société dite: THOMSON-CSF  
(Société anonyme) — FR.

⑱ Inventeur(s) : Lachevin René.

⑲ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 17.12.93 Bulletin 93/50.

⑳ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du  
présent fascicule.

㉑ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

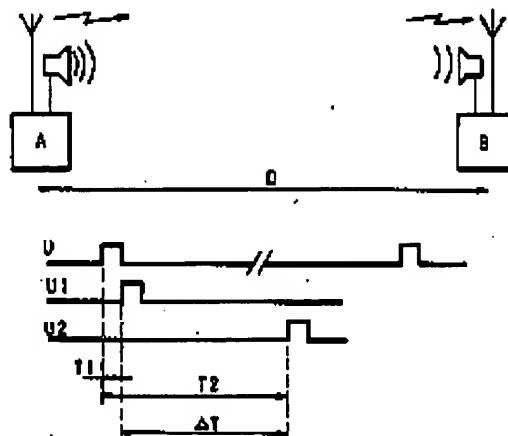
㉒ Titulaire(s) :

㉓ Mandataire : Lincot G. Thomson-CSF SCPI.

㉔ Procédé et dispositif de mesure de distances par émission d'ondes radioélectriques et ultrasonores.

㉕ Le procédé de mesure de distances entre stations (A, B) émettrices-réceptrices d'ondes radioélectriques et ultrasonores consiste à mesurer la différence des temps de propagation des ondes radioélectriques et ultrasonores transmises entre chaque station (A, B) et à multiplier la différence obtenue par la vitesse de propagation des ondes ultrasonores.

Application: guidage de piétons, véhicule, systèmes anti-collision.



FR 2 692 363 - A1



## Procédé et dispositif de mesure de distances par émission d'ondes radioélectriques et ultrasonores

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de  
5 mesure de distances par émission d'ondes radioélectriques et ultrasonores.

Il est connu d'utiliser soit des ondes radioélectriques dans l'espace  
aérien, soit des ondes ultrasonores dans le milieu sous-marin à des fins  
de détection d'objets et de mesure de distance sur ces objets. Ces dispo-  
10 sitifs encore connus sous les désignations "radar" ou "sonar" reposent  
sur un principe bien connu qui est d'émettre des impulsions périodique-  
ment espacées, de recevoir sur un récepteur approprié l'impulsion  
d'émission et l'impulsion d'écho, et de mesurer le temps qui sépare les  
deux impulsions.

15 Des besoins se font sentir actuellement pour des systèmes de  
localisation terrestre à bas coût sur des distances relativement faibles  
mais avec une bonne précision, tant dans le domaine militaire pour le  
ralliement de parachutistes par exemple que dans le domaine civil pour le  
guidage par exemple de véhicules sur un réseau routier, le guidage de  
20 piétons dans un parc d'attraction, ou encore les systèmes anticollision.

Les dispositifs du type radar apparaissent mal adaptés à ces  
besoins pour plusieurs raisons :

- fonctionnant sur le principe de la détection d'échos, ils nécessi-  
tent des puissances d'émission élevées,
- 25 - l'information de distance est connue au niveau du radar, alors  
qu'elle est nécessaire au niveau de la personne ou de l'objet qui veut se  
localiser,
- il est difficile au radar de discriminer les points à localiser, à  
moins d'une interrogation par ce dernier,
- 30 - le nombre de points à localiser est limité.

Récemment, le système connu sous le nom de GPS (Global Posi-  
tionning System) permet une localisation précise sans présenter les  
inconvenients précités mais il est tributaire de satellites dont la disponibi-

lité peut être mise en cause en temps de guerre. Le récepteur est par ailleurs trop onéreux pour des applications civiles à grande diffusion.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de mesure de distances entre stations émettrices-réceptrices d'ondes radioélectriques et ultrasonores caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer la différence des temps de propagation des ondes radioélectriques et ultrasonores transmises entre chaque station et à multiplier la différence obtenue par la vitesse de propagation des ondes ultrasonores.

10 L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.

L'invention a pour principal avantage qu'elle permet d'obtenir pour les applications précitées des mesures relativement précises de distance entre stations mobiles ou fixes tout en tolérant une certaine imprécision sur la mesure des temps de propagation. A titre indicatif, une mesure du temps effectuée par exemple à 1 ms près ne procure qu'une erreur en distance d'environ 33 cm. Dans les mêmes conditions de précision un radar classique exigerait une mesure de temps à 1 nanoseconde près.

D'autre part, la simplicité du procédé se retrouve dans sa mise en oeuvre qui n'exige que des moyens parfaitement maîtrisés et largement utilisés pouvant ainsi être réalisés au moindre coût. De ce fait les stations réceptrices peuvent être réalisées dans des dimensions très réduites sous la forme par exemple de boîtiers aisément manipulables par leurs utilisateurs. Un autre avantage qui résulte de l'invention est que les stations réceptrices peuvent mettre en oeuvre des moyens non rayonnants pour ne pas être brouillés mutuellement, ce qui permet d'en disposer autant que nécessaire. Il est également possible de mettre à profit l'absorption importante des ondes ultrasonores par l'atmosphère pour réaliser des dispositifs calibrés en portée et permettre ainsi une réutilisation rapprochée des fréquences ; c'est ainsi qu'une liaison à 100 kHz, calibrée pour une portée de 500 m n'est pas détectable à une distance de 600 m.

Enfin étant donné la faible dimension des longueurs d'onde ultrasonores (3,3 mm à 100 kHz), il est possible de réaliser des transducteurs

d'émission très directifs, ce qui procure un gain de rayonnement important et permet la réalisation de systèmes originaux permettant par exemple des mesures simultanées d'angles et de distances.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- La figure 1 un diagramme de temps pour illustrer le procédé de mesure de distance selon l'invention.
- Les figures 2 et 3 deux modes de réalisation respectivement d'une station émettrice et d'une station réceptrice.
- La figure 4 une variante de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Dans l'exemple représenté à la figure 1, il est supposé qu'une station mobile B veuille mesurer sa distance par rapport à une station fixe A.

A cet effet :

- la station fixe A comporte un émetteur d'onde radioélectrique et un émetteur d'onde ultrasonore, ces deux émetteurs envoyant simultanément un même signal modulant. Pour la clarté de l'exposé, il est supposé que les émetteurs sont modulés en tout ou rien par une impulsion U,
- la station mobile B comporte un récepteur radioélectrique et un récepteur ultrasonore.

Le récepteur radioélectrique reçoit en premier un signal  $U_1$  retardé d'un temps  $T_1 = \frac{D}{C}$  par rapport à l'émission de A, où D désigne la distance à mesurer et C désigne la vitesse de la lumière.

Le récepteur ultrasonore reçoit de même un signal  $U_2$  retardé d'un temps  $T_2 = \frac{D}{S}$  où S est la vitesse du son dans l'air.

Par mesure de l'écart  $\Delta T = T_2 - T_1 = D \left( \frac{1}{S} - \frac{1}{C} \right)$  la station B en déduit une distance par rapport à A. En pratique, comme C est de l'ordre de un million de fois supérieure à S, le terme en  $\frac{1}{C}$  peut être négligé et la distance peut alors s'exprimer par la relation  $D = S \cdot \Delta T$ .

Une mise en oeuvre de ce procédé est illustrée aux figures 2 et 3.

L'émetteur qui est représenté à la figure 2 comporte :

d'une part, une voie d'émission ultrasonore composée d'un générateur 1 à la fréquence de l'onde ultrasonore, d'un modulateur 2 recevant sur un accès le signal issu du générateur 1 et sur un autre accès le signal modulant élaboré par le générateur de signal 5, un amplificateur 3 et un transducteur 4 dont le rôle est de convertir l'énergie en énergie acoustique,

et d'autre part, une voie d'émission radioélectrique composée d'un générateur 6 à la fréquence radioélectrique, d'un modulateur 7 recevant sur un accès le signal issu du générateur 6 et sur l'autre accès le signal modulé à la fréquence ultrasonore, d'un amplificateur 8 et d'une antenne 9.

Tous les circuits électroniques composant ce dispositif sont bien connus de l'homme de l'art, le transducteur 4 pouvant, par exemple, être du type de celui représenté à la figure 12 du fascicule E2692 des Techniques de l'Ingénieur dont des copies peuvent être trouvées auprès du Centre Français du Copyright 6 bis rue Gabriel Laumain, 75010 Paris France.

La fréquence de l'onde ultrasonore suivant ce mode de réalisation se situe dans la plage allant de 30 à 100 kHz. Comme l'affaiblissement atmosphérique des ondes ultrasonores croît comme le carré de la fréquence, le choix de la fréquence de fonctionnement de l'émetteur doit tenir compte de la portée envisagée. Le choix de la fréquence radioélectrique n'a pas une grande incidence sur la réalisation de l'émetteur, mais son choix peut dépendre des applications envisagées.

Le signal modulant peut revêtir des formes diverses allant de l'impulsion, comme dans l'exemple donné précédemment, à un signal en dent de scie affectant l'onde ultrasonore d'une modulation linéaire en fréquence ou à un signal numérique portant une information comme, par exemple, l'indicatif de la station émettrice.

La station réceptrice qui est représentée à la figure 3 comporte :

- une voie de réception ultrasonore comprenant un transducteur 11, un amplificateur 12 et un filtre 13 pour réduire la bande de bruit,

- une voie de réception radioélectrique comprenant une antenne 14, un amplificateur 15, un filtre 16 et un démodulateur 17 dans lequel est intégré un filtre en bande de base,

- un corrélateur 18 recevant les signaux détectés sur chacune des  
5 voies et déterminant la distance, laquelle est délivrée à l'utilisateur par un afficheur 19,

et de façon optionnelle, un décodeur 20, connecté à l'une des  
voies (voie ultrasonore sur la figure 3), pour restituer l'information portée  
par le signal modulant et la délivrer à l'afficheur 19 et/ou au corrélateur  
10 18.

Le corrélateur 18 peut revêtir des structures diverses selon la  
nature du signal modulant, ces structures pouvant être celles :

- d'un simple compteur de temps dans le cas où le signal modulant  
est impulsionnel comme dans l'exemple représenté sur la figure 1

15 - d'un mélangeur suivi d'un fréquencemètre dans le cas d'une  
modulation linéaire de fréquence, (dans ce cas en effet, le battement  
entre les signaux  $U_1$  et  $U_2$  reçus par les voies radioélectrique et ultraso-  
nore fournit une fréquence dont la valeur est proportionnelle à l'écart de  
temps séparant la réception des deux signaux, donc à la distance à me-  
20 surer),

ou d'un corrélateur numérique à échantillonnage dans le cas où le  
signal modulant comporte une information binaire.

Pour certains systèmes, comme par exemple un système de locali-  
sation à partir de plusieurs balises émettrices, l'afficheur 19 peut être  
25 avantageusement remplacé par un dispositif de traitement de l'informa-  
tion.

Le dispositif décrit précédemment s'applique plus particulièrement  
au cas où un grand nombre de stations réceptrices cherchent à se posi-  
tionner vis à vis de stations émettrices. La figure 4 présente une variante  
30 du dispositif mieux adaptée à d'autres applications, par exemple à celles  
consistant à rechercher des personnes ou des objets, voitures volées par  
exemple.

Dans cette variante, la station A est émettrice en ondes radioélectriques et réceptrice en ondes ultrasonores, la station B effectue les opérations complémentaires.

5 La station B, portée par la personne ou l'objet recherché est en veille permanente sur la voie radioélectrique. Elle émet sur la voie ultrasonore dès qu'elle reçoit un appel de la station A.

10 La station A mesure le temps séparant son appel de la détection du signal ultrasonore et en déduit la distance de la station B. Ce temps  $\Delta T$  est la somme de trois termes :  $T_1$  temps de transmission de l'appel (négligeable),  $R$  retard à la réponse de la station B (supposé connu de la station A) et  $T_2$  temps de transmission du signal de réponse portant l'information de distance. La distance est donc obtenue par la relation :

$$D = (\Delta T - R)/S.$$

15 Le fonctionnement inverse, interrogation par la voie ultrasonore et réponse par la voie radioélectrique est bien évidemment possible et conduit au même résultat.

## REVENDECATIONS

1. Procédé de mesure de distances entre stations (A, B) émettrices-réceptrices d'ondes radioélectriques et ultrasonores caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer la différence des temps de propagation des ondes radioélectriques et ultrasonores transmises entre chaque station (A, B) et à multiplier la différence obtenue par la vitesse de propagation des ondes ultrasonores.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les ondes radioélectriques et ultrasonores sont transmises simultanément par une même station (A).

3. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la transmission des ondes radioélectriques et ultrasonores entre deux stations (A, B) s'effectue de façon complémentaire, l'une (A) étant émettrice des ondes radioélectriques et réceptrice des ondes ultrasonores, l'autre (B) étant émettrice des ondes ultrasonores et réceptrice des ondes radioélectriques.

4. Dispositif de mesure de distances entre stations (A, B) émettrices-réceptrices d'ondes radioélectriques et ultrasonores suivant lequel chaque station comporte une voie émission et une voie réception caractérisé en ce que la voie émission comprend, un premier modulateur (2) couplé à un générateur d'onde ultrasonore (1) et à un générateur de signal (5) pour transmettre par un transducteur d'onde ultrasonore (4) un signal ultrasonore modulé, et un deuxième modulateur couplé en sortie du premier modulateur et à un générateur d'onde radioélectrique pour transmettre sur une antenne d'émission (3) un signal radioélectrique modulé par le signal ultrasonore.

5. Dispositif selon la revendication 4 caractérisé en ce que la voie réception comprend un démodulateur (17) d'onde radioélectrique couplé à une antenne de réception (14) et un corrélateur (18) couplé à un transducteur ultrasonore (11) de réception, et au démodulateur (17) pour calculer la différence des temps de propagation des ondes radioélectriques et ultrasonores et un afficheur (19) pour convertir la différence de temps en distance.



6. Dispositif selon la revendication 5 caractérisé en ce que le corrélateur (18) est un compteur de temps.

7. Dispositif selon la revendication 5 caractérisé en ce que le corrélateur (18) est un mélangeur de fréquence.

5 8. Dispositif selon la revendication 5 caractérisé en ce qu'il comporte un décodeur (20) d'informations transmises sur la voie ultrasonore couplé au corrélateur (18).

9. Dispositif selon la revendication 5 caractérisé en ce que le corrélateur (18) est un corrélateur numérique à échantillonnage.

10 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 9 caractérisé en ce que l'afficheur (19) est un dispositif de traitement de l'information.

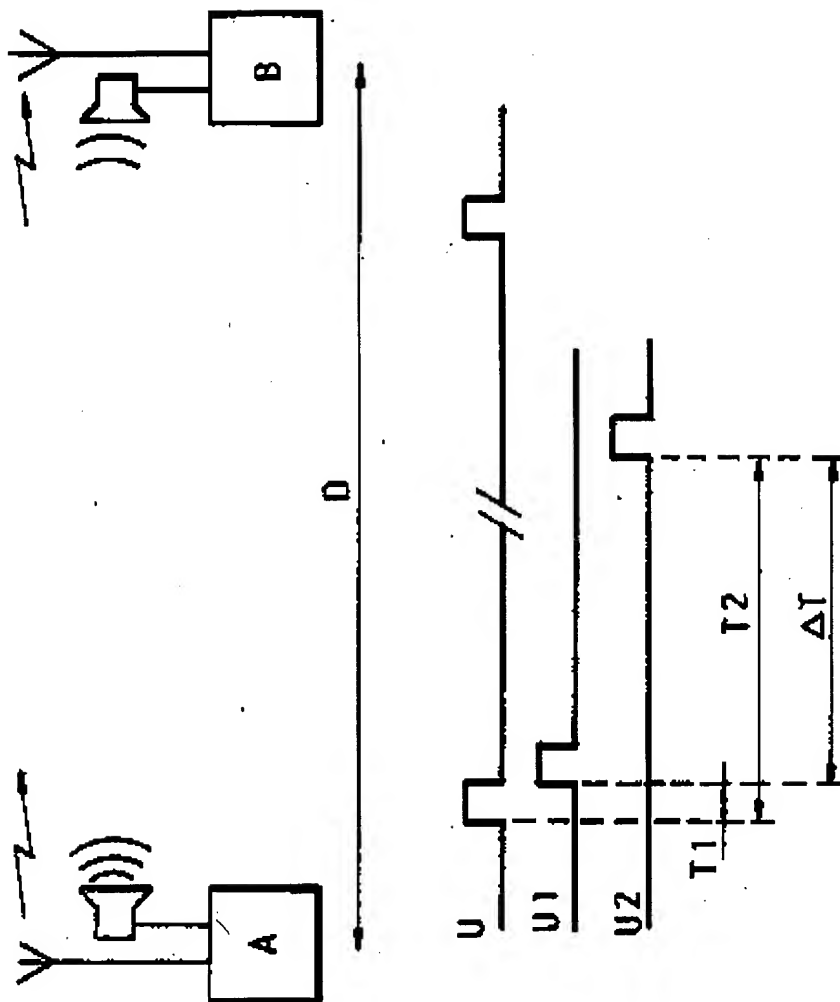


FIG.1

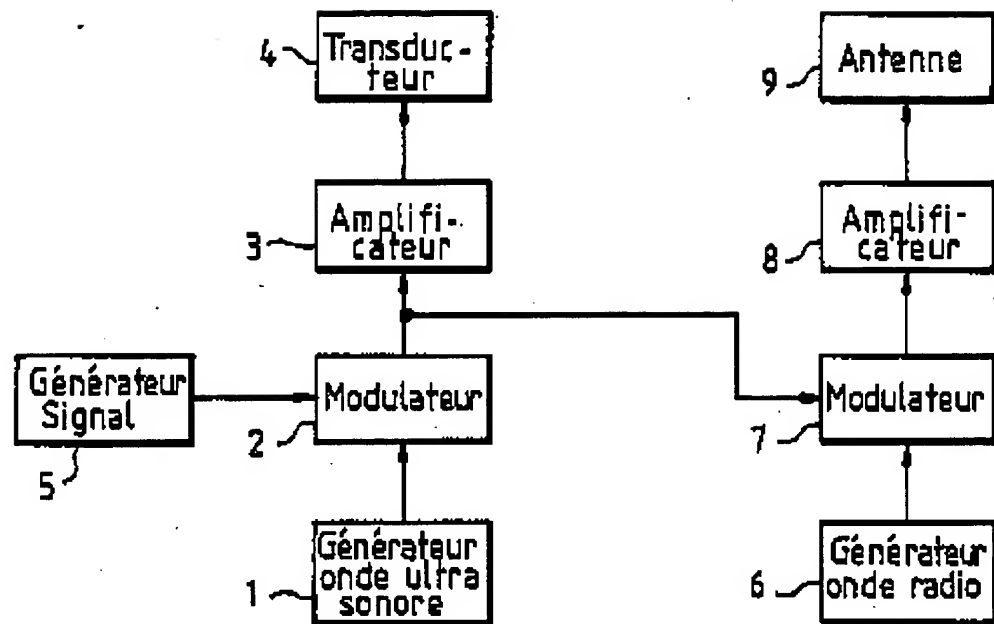


FIG. 2

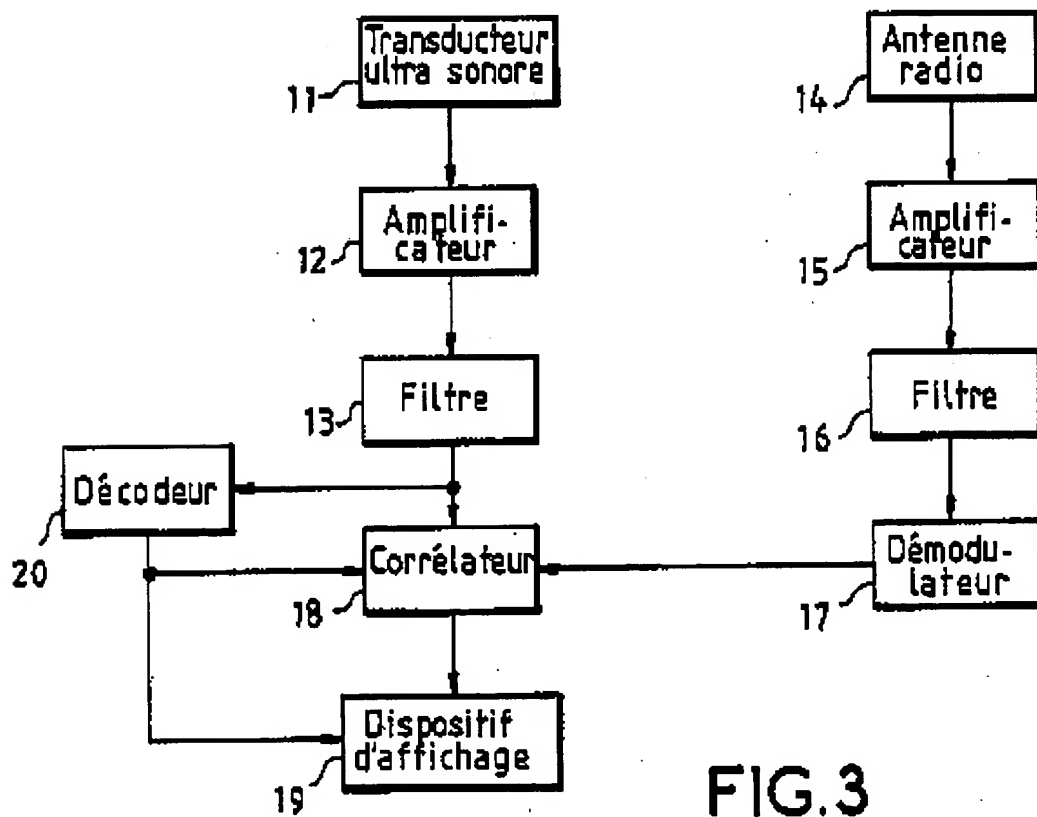


FIG. 3

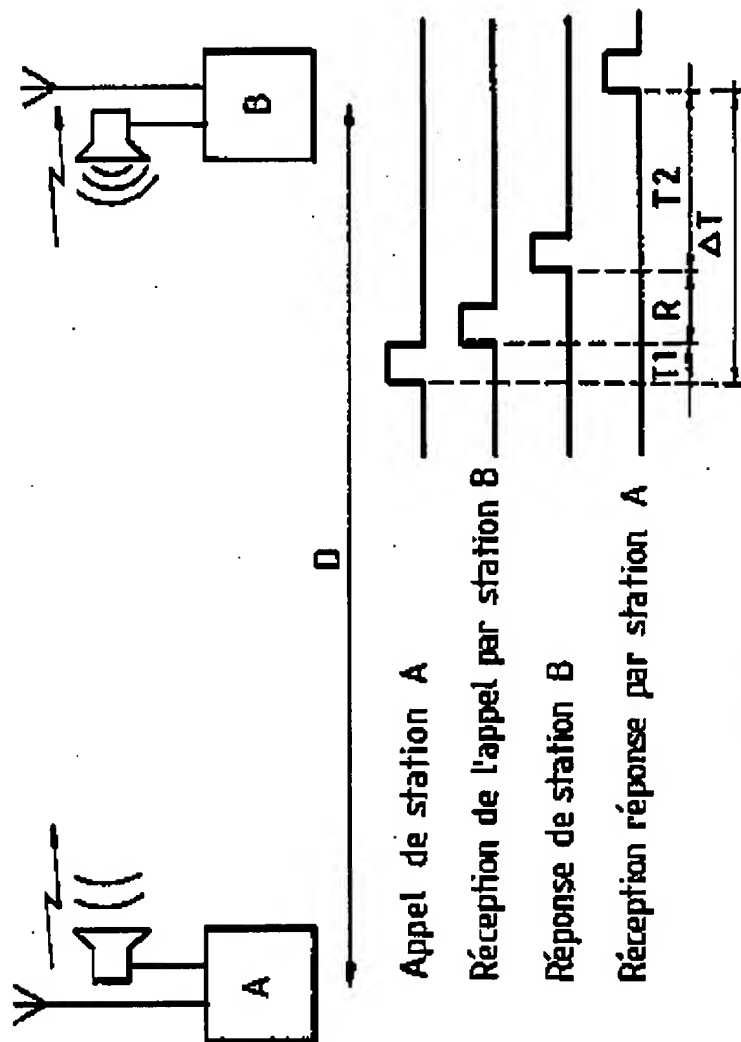


FIG.4

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9207254  
FA 477454

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande soumise
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des pages pertinentes	
X	US-A-4 751 689 (KOBAYASHI) * colonne 2, ligne 37 - colonne 5, ligne 67 *	1-3
A	---	4-6
X	US-A-4 313 183 (SAYLORS) * colonne 3, ligne 23 - ligne 43 *	1,3
X	EP-A-0 485 879 (ROBERT BOSCH GMBH) * colonne 3, ligne 28 - colonne 4, ligne 45 *	1-3
	-----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. C.I.S.)
		G01S
Date d'achèvement de la recherche 25 JANVIER 1993		Examinateur JEPSEN J.
<p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un motif une revendication - ou schéma-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention B : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1